

ANALISIS PENGUKURAN BIDANG TANAH MENGGUNAKAN METODE RTK NTRIP DENGAN BEBERAPA PROVIDER GSM

Lutgar Sudiyanto Sitohang, Bambang Darmo Yuwono, Moehammad Awaluddin^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp. (024)76480785, Fax. (024)76480788
e-mail : geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Evolusi teknologi dibidang komunikasi mobile (GSM/*Global System for Mobile*) telah mengarah ke konvergensi berbagai layanan. Semua operator di Indonesia baik Telkomsel, Indosat maupun XL telah menerapkan teknologi generasi ketiga (*3rd Generation*, 3G), dimana dengan teknologi ini dapat mengakses internet dengan kecepatan 2Mbps pada kondisi yang bagus. Dengan kemajuan teknologi ini, GSM dapat digunakan sebagai sarana pembantu dalam pengukuran survey GPS.

Terkait dengan itu, maka pada penelitian tugas akhir ini dilakukanlah pengukuran dengan menggunakan sistem GPS CORS (*Continuously Operating Reference Stations*), dengan menganalisis pengukuran bidang tanah menggunakan metode RTK-NTRIP dengan *provider* Telkomsel, Indosat, dan XL. Pengukuran ini menggunakan GPS yang kemudian dibandingkan dengan *Total station* dan meteran. Pengukuran ini dilakukan pada daerah yang berkekuatan sinyal 3G dan EDGE. Dimana masing-masing daerah memiliki 30 bidang tanah.

Akurasi dari pengukuran bidang tanah GPS Metode RTK-NTRIP terhadap pengukuran meteran di daerah Stadion dengan kekuatan sinyal 3G (*3th Generation*) adalah sebagai berikut, pada jarak yang diukur dengan *provider* Telkomsel sebesar $\pm 0,0558$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,859$ meter. Pada jarak yang diukur dengan *provider* Indosat sebesar $\pm 0,0573$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,781$ meter. Pada jarak yang diukur dengan *provider* sebesar $\pm 0,0722$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,99$ meter. Akurasi berdasarkan dari pengukuran bidang tanah GPS Metode RTK-NTRIP terhadap pengukuran meteran pada daerah Mulawarman dengan kekuatan sinyal EDGE adalah sebagai berikut, pada koordinat yang diukur dengan *provider* Telkomsel sebesar $\pm 0,070$ meter, jarak sebesar $\pm 0,052$ meter, dan luas sebesar $\pm 0,243$ meter. Pada koordinat yang diukur dengan *provider* Indosat sebesar $\pm 0,068$ meter, jarak sebesar $\pm 0,052$ meter dan luas sebesar $\pm 0,256$ meter. Pada koordinat yang diukur dengan *provider* XL sebesar $\pm 0,067$ meter, jarak sebesar $\pm 0,047$ meter, dan luas sebesar $\pm 0,228$ meter.

Kata Kunci : GSM, GPS, CORS, RTK-NTRIP

ABSTRACT

The evolution of technology in the field of mobile communication (GSM-Global System for Mobile) has led to the convergence of various services. All operators in Indonesia either Telkomsel, Indosat and XL has implemented third generation technology (3rd Generation, 3 g), where with this technology can access the internet at speeds of 2Mbps in a good condition. With the advancement of technology, GSM can be digunanakan as a means of aides in the measurement of GPS survey.

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

Associated with it, then this final project on research was undertaken using the GPS system measurement CORS (Continuously Operating Reference Stations), by analyzing the measurements of land use method of RTK-NTRIP with provider Telkomsel, Indosat and XL. These measurements using GPS which is then compared to the Total station and measuring tape. This measurement is performed on the magnitude of the signal 3 g and EDGE. Where each region has 30 plots of land.

The accuracy of measurement of land GPS Method of RTK-NTRIP measurement the measuring tape against in areas of the stadium with the signal 3G (3th Generation) is as follows, in the distance as measured by provider Telkomsel of $\pm 0,0558$ meters, while the extent of $\pm 0,859$ meters. At a distance as measured by provider Indosat amounting to $\pm 0,0573$ meters, while the extent of $\pm 0,781$ meters. At a distance as measured by the provider of $\pm 0,0722$ meters, while the extent of ± 0.99 meters. The accuracy of measurement of land GPS method of RTK- NTRIP measurement Total station against on the strength of the signal EDGE with Mulawarman are as follows, at coordinates measured with provider Telkomsel $\pm 0,070$ meters, amounting to approximately $\pm 0,052$ meters, and an area of $\pm 0,243$ meters. At coordinates measured with provider Indosat amounting $\pm 0,068$ metres, a distance of $\pm 0,052$ meters and an area of $\pm 0,256$ meters. At coordinates measured with provider XL of $\pm 0,067$ meters, approximately ± 0.047 m, and an area of $\pm 0,228$ meters.

Keywords: GSM, GPS, CORS, RTK-NTRIP

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Evolusi teknologi komunikasi bergerak GSM (*Global System for Mobile*) mengarah ke konvergensi berbagai layanan. Evolusi ini juga telah diikuti oleh beberapa operator GSM di Indonesia. Pada tahun 2007, semua operator di Indonesia baik Telkomsel, Indosat maupun Exelkomindo telah menerapkan teknologi generasi ketiga (*3rd Generation*, 3G). Teknologi 3G yang diterapkan adalah *mobile TV*, *video call*, dan tentu saja akses internet dengan kecepatan data yang tinggi, yang secara teoritis bisa sampai 2 Mbps pada kondisi yang bagus (Korhonen, 2003 dalam Wijaja, 2010). Dengan kemajuan teknologi di saat ini, GSM pun kini digunakan sebagai sarana pembantu dalam penggunaan GPS dalam pengukuran bidang tanah (Wijaja, 2010).

Salah satu teknologi pemetaan yang mulai dikembangkan di Indonesia yaitu GNSS CORS (*Global Navigation satellite system Continuously Operating Reference Stations*). Banyak dari instansi pemetintah maupun swasta yang mengembangkan teknologi ini untuk kebutuhan rekayasa dan penelitian yang berkaitan dengan posisi. CORS merupakan jaring kerangka geodetik aktif berupa stasiun permanen yang dilengkapi dengan *receiver* yang dapat menerima sinyal dari satelit GPS dan satelit GNSS lainnya, yang beroperasi secara kontinu selama dua puluh empat jam (Yustia, 2008). Sehingga fungsi dari CORS ini nantinya dapat digunakan dalam pemetaan situasi dengan menggunakan metode RTK (*Real Time Kinematic*).

Sistem RTK merupakan prosedur DGPS (*Differential Global Positioning System*) menggunakan data pengamatan fase, yang mana data atau koreksi fase dikirim secara seketika dari stasiun referensi ke *receiver* pengguna. Dengan adanya radio modem atau sistem NTRIP (*Networked Transport Of RTCM Via Internet Protocol*) sehingga proses pengiriman data atau

koreksi fase dapat dilakukan secara seketika, membuat informasi posisi yang dihasilkan oleh sistem ini dapat diperoleh secara seketika. Pada GPS RTK-NTRIP ini menggunakan master referensi sehingga kendala jarak antara *rover* dan stasiun referensi (*base station*) menjadi masalah utama.

Pengukuran bidang tanah dengan menggunakan GPS ini akan menganalisis perbandingan antara jarak antar titik dan luas bidang tanah yang diukur dengan menggunakan beberapa *provider* yakni, Telkomsel, Indosat, dan XL. Pengukuran ini menggunakan kekuatan sinyal sebagai koneksi internet untuk mengirimkan koreksi pengukuran GPS dalam penelitian tugas akhir ini. GPS yang digunakan adalah GPS *Hiper II* dengan metode RTK-NTRIP dan menggunakan CORS UNDIP.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana perbandingan jarak antar titik dan luas bidang tanah pada pengukuran bidang tanah dari masing-masing *provider* pada kekuatan sinyal 3G?
2. Bagaimana perbandingan jarak antar titik dan luas bidang tanah pada pengukuran bidang tanah dari masing-masing *provider* pada kekuatan sinyal EDGE?
3. Bagaimana pengaruh sinyal GSM terhadap pengukuran luas bidang tanah menggunakan GPS dengan metode RTK-NTRIP?

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan penelitian dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Membuat peta bidang tanah dari hasil pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP.
2. Mengetahui tingkat ketelitian pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP untuk keperluan pengukuran bidang tanah.
3. Membandingkan tingkat ketelitian dari pengukuran menggunakan pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP dengan pengukuran terestris menggunakan *totalstation* sehingga dapat diaplikasikan dalam pekerjaan pengukuran survei dan pemetaan dengan ketelitian yang tinggi dan cepat.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

1. Daerah penelitian Tugas Akhir adalah di daerah Tembalang.
2. Pengukuran dilakukan hanya di dua daerah dengan masing-masing daerah terdapat 30 bidang tanah. Satu daerah berkekuatan sinyal 3G dan yang satu berkekuatan sinyal EDGE.
3. Pengukuran diikatkan pada stasiun CORS Geodesi Undip.
4. Penelitian yang dilakukan adalah pengukuran bidang tanah dengan menggunakan metode pengukuran GNSS RTK-NTRIP.
5. Data pembandingan diperoleh dari pengukuran menggunakan meteran dan *Total Station*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Provider* GSM dan Kekuatan Sinyal

Global System for Mobile Communication (GSM mulanya singkatan dari *Groupe Spécial Mobile*) adalah sebuah teknologi komunikasi selular yang bersifat digital. Beberapa macam sinyal jaringan internet dan pengertiannya (perilian.blogspot.com)

1. GPRS (*Global Package Radio Service*)

GPRS adalah teknologi yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan data dalam bentuk paket data yang berkaitan dengan e-mail, data gambar, dan *surfing* internet. GPRS juga disebut teknologi 2.5G yang merupakan evolusi dari 1G dan teknologi 2G sebelumnya. Idealnya jaringan GPRS memiliki kecepatan mulai dari 56 kbps sampai 115 kbps.

2. EDGE

Jaringan EDGE juga disebut sebagai teknologi 2.75G diperkenalkan pertama kali oleh Cingular (sekarang AT & T) di Amerika Serikat pada tahun 2003. Idealnya jaringan EDGE dengan kecepatan mencapai 236 kbps.

3. Teknologi 3G (*Third-Generation Technology*)

Merupakan evolusi dari teknologi generasi sebelumnya yang memiliki kapasitas pengiriman dan penerimaan yang lebih besar dan lebih cepat. Idealnya, teknologi ini memiliki kecepatan transfer data dari tingkat minimum 2Mbps di mana pengguna sedang beristirahat atau berjalan kaki, dan 384 kbps pada pengguna yang berada dalam kendaraan yang sedang dijalankan.

4. HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*)

Teknologi ditingkatkan dari teknologi sebelumnya yang juga dapat disebut 3.5G, jaringan berbasis 3G++ atau turbo ini memungkinkan Universal Telekomunikasi Mobile System (UMTS) memiliki kecepatan dan kapasitas transfer data yang lebih tinggi. Mendukung penggunaan kecepatan HSDPA saat *browsing* dari 1.8, 3.6, 7.2 sampai 14 Mbps.

5. HSUPA (*High-Speed Uplink Packet Access*)

HSUPA adalah protokol ponsel yang memperbaiki proses atau mendongkrak *uplink* data dari perangkat ke *server* (*upload*), yang mencapai 5,76 Mbps.

6. *High-Speed Packet Access* (HSPA)

HSPA merupakan hasil dari gelombang pertama pengembangan teknologi 3G, *Release 99* (R99). HSPA mampu bekerja jauh lebih cepat bila dibandingkan dengan koneksi R99. Terkait dengan jaringan CDMA, HSPA bisa disamakan dengan *Evolution Data Optimized* (EV-DO) yang merupakan pengembangan dari CDMA2000.

7. *Evolution Data Optimized* (EV-DO)

EVDO, juga dikenal dengan EV-DO, dan 1xEV-DO. 1xEvDO adalah standar pada *wireless broadband* berkecepatan tinggi. EVDO adalah singkatan dari "*Evolution, Data Only*" atau "*Evolution, Data Optimized*".

Pengukuran dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa *provider* GSM saja, antara lain TELKOMSEL, INDOSAT, dan XL dengan kekuatan sinyal EDGE dan 3G (wikipedia)

1. Telkomsel

Telkomsel adalah operator telekomunikasi seluler GSM pertama di Indonesia dengan layanan pascabayar kartuHALO yang diluncurkan pada tanggal 26 Mei 1995. Saat itu, saham Telkomsel dimiliki oleh Telkom Indonesia sebesar 65% dan sisanya oleh Indosat. Pada tanggal 1 November 1997, Telkomsel menjadi operator seluler pertama di Asia yang menawarkan layanan GSM prabayar. Telkomsel memiliki tiga produk GSM, yaitu simPATI (prabayar), Kartu AS (prabayar), dan kartuHALO (pascabayar).

2. Indosat

Indosat (lengkapnya PT Indosat Tbk.) adalah salah satu perusahaan penyedia jasa telekomunikasi dan jaringan telekomunikasi di Indonesia. Perusahaan ini menawarkan saluran komunikasi untuk pengguna telepon genggam dengan pilihan prabayar maupun pascabayar dengan merek jual Matrix, Mentari dan IM3.

3. XL

PT XL Axiata Tbk atau disingkat XL, adalah sebuah perusahaan operator telekomunikasi seluler di Indonesia. XL mulai beroperasi secara komersial pada tanggal 8 Oktober 1996, dan merupakan perusahaan swasta pertama yang menyediakan layanan telepon seluler di Indonesia. XL memiliki dua lini produk GSM, yaitu XL Prabayar dan XL Pascabayar.

2.2. Global Navigation Satellite System (GNSS)

GNSS merupakan suatu sistem satelit yang terdiri dari konstelasi satelit yang menyediakan informasi waktu dan lokasi, memancarkan macam-macam sinyal dalam berbagai frekuensi secara terus menerus, yang tersedia di semua lokasi di atas permukaan bumi. GNSS memiliki peranan penting dalam bidang navigasi. GNSS yang ada saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*) milik Amerika Serikat, GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) milik Rusia, Galileo milik Uni Eropa, dan Compass atau Beidou milik Cina. India dan Jepang telah mengembangkan kemampuan GNSS regional dengan meluncurkan sejumlah satelit ke antariksa untuk menambah kemampuan yang sudah disediakan oleh sistem global dalam menyediakan tambahan cakupan regional (UNOOSA, 2011)

2.3. CORS (Continuously Operating Reference Station)

CORS (*Continuously Operating Reference Station*) adalah suatu teknologi berbasis GNSS yang berwujud sebagai suatu jaring kerangka geodetik yang pada setiap titiknya dilengkapi dengan *receiver* yang mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS yang beroperasi secara penuh dan kontinu selama 24 jam perhari, 7 hari per minggu dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna (*users*) memanfaatkan data dalam penentuan posisi, baik secara *post-processing* maupun secara *real time* (sumber: *Guidelines for New and Existing CORS*).

2.4. Sistem RTK

Sistem RTK (*Real-Time-Kinematic*) adalah suatu akronim yang sudah umum digunakan untuk sistem penentuan posisi *real-time* secara differensial menggunakan data fase. Untuk merealisasikan tuntutan *real time* nya, stasiun referensi harus mengirimkan data fase dan *pseudorange*-nya ke pengguna secara *real-time* menggunakan sistem komunikasi data tertentu. Stasiun referensi dan pengguna harus dilengkapi dengan perangkat pemancar dan penerima data. Metoda Penentuan Posisi secara *Real time* Kinematik dibagi dalam dua bagian yaitu:

2.4.1 Single base RTK

Pengamatan yang dilakukan pada metode *single base* RTK adalah pengamatan secara diferensial dengan menggunakan minimal dua *receiver* GNSS yang bekerja secara simultan dengan menggunakan data *phase*. Koreksi data dikirimkan secara satu arah dari *base station* kepada rover melalui transmisi radio.

2.4.2 Network RTK

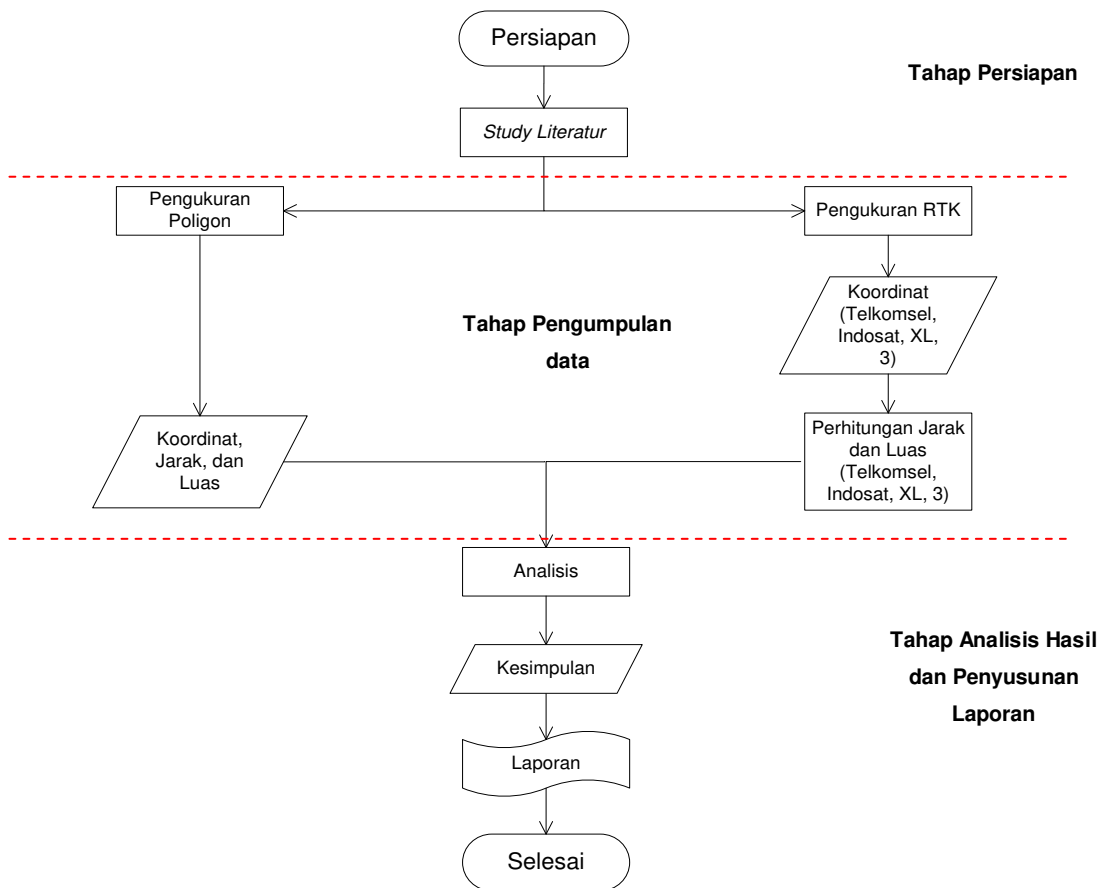
Metode Network *Real Time Kinematic* (NRTK) merupakan sebuah metode penentuan posisi secara relatif dari pengamatan GNSS. NRTK merupakan pengembangan dari metode *single base* RTK (Martin & Herring, 2009).

NTRIP adalah sebuah metode untuk mengirim koreksi data GPS/GLONASS (dalam format RTCM) melalui internet. RTCM sendiri adalah kependekan dari *Radio Technical Commission for Maritime Services*, yang merupakan komite khusus yang menentukan standar radio navigasi dan radio komunikasi maritim internasional. Data format RINEX disediakan untuk pengolahan data secara *post-processing*, sedangkan data NTRIP untuk pengamatan posisi secara *real-time*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Pada lokasi studi penelitian ini, dibagi menjadi dua daerah lokasi penelitian, yaitu :

1. Daerah Stadion Universitas Diponegoro, dengan kekuatan sinyal 3G (*3rd Generation*).
2. Daerah Mulawarman, dengan kekuatan sinyal EDGE.

3.3. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. *Receiver Topcon HIPER II Dual Frekuensi*
2. *Controller Topcon FC-250, Handphone LG-E960, Tethering and portable hotspot.*
3. *Total Station Topcon 235, Tripod, Jalon, dan Prisma*
4. PC dengan spesifikasi : Processor AMD Athlon™ II X2 250 @ 3.00 GHz, RAM 3.00 GB, 32-bit *Operating System*.
5. Perangkat Lunak Topcon Tools V.7, Topcon Link V.7, Autodesk Land Desktop 2009, dan Microsoft Office 2003.



Gambar 3.2 Receiver Topcon Hiper II, Controller FC 250, Handphone LG-E960, Receiver PM-200, Jalon, Total Station GTS 235, Prisma, dan Statip

3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data pengukuran situasi dengan GNSS Metode RTK-NTRIP dan *Total station*. Dimana pengukuran dilakukan tiga kali menggunakan GPS dan satu kali menggunakan *Total station* untuk tiap – tiap daerah penelitian.

3.5. Pengamatan GPS

Pengamatan GPS yang dilakukan menggunakan dua metode, yaitu :

a. Metode Statik

Dilakukan untuk membuat titik kontrol yang digunakan dalam pengukuran situasi dengan menggunakan *Total station*. Pada pengukuran ini menggunakan dua *receiver* GPS dual frekuensi, dan satu base CORS UNDIP. Pemilihan titik kontrol ini berada ditempat yang lebih terbuka, agar pada pengukuran situasi yang menggunakan *Total station* dapat mencapai semua titik yang diukur. Hasil penentuan posisi dengan metode ini dilakukan secara *post-processing* (Sesudah pengamatan). Tiap daerah penelitian dibutuhkan waktu 10 – 20 menit.

b. Metode RTK-NTRIP

Dilakukan untuk pengukuran situasi, dimana titik koordinat yang didapat secara *real time*. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini menggunakan *receiver* Topcon Hiper II yang dilengkapi dengan *Controller* FC-250 yang menggunakan *software* TopSURV 7.

3.6. Pengukuran Total Station

Pengukuran situasi menggunakan *total station* dilakukan pada lokasi dan posisi titik yang sama dengan lokasi titik pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP. Dimana pada pengukuran

initotal station berdiri diatas titik kontrol yang sudah diukur dengan menggunakan GNSS metode Statik, yang mana titik ikatnya terhadap *base station* (CORS UNDIP).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Hasil Pengukuran Bidang Tanah di Daerah Stadion Universitas Diponegoro

Pemilihan tempat penelitian di daerah stadion Universitas Diponegoro ini dikarenakan memiliki daerah yang terbuka dan memiliki lahan yang cukup untuk membuat 30 bidang tanah sebagai bahan penelitian, serta daerah ini juga memiliki kekuatan sinyal yang cukup kuat (3G/3rd Generation). Alat yang digunakan pada pengukuran di daerah penelitian ini adalah meteran, dan GPS. Adapun data yang diperoleh pada daerah penelitian ini adalah 30 bidang tanah, 45 titik/patok, dan 71 jarak antar titik. Rata-rata jumlah luas bidang tanah yang diukur berkisar $\pm 1.287 \text{ m}^2$.

4.1.2. Hasil Pengukuran Bidang Tanah di Daerah Mulawarman

Daerah penelitian di daerah Mulawarman ini memiliki kekuatan sinyal EDGE. Daerah ini sangat terbuka karena masih merupakan daerah proyek pembuatan jalan tol Semarang – Solo. Alat yang digunakan adalah *Totalstation* dan GPS. Adapun data yang diperoleh pada daerah penelitian ini adalah 30 bidang tanah, 42 titik/patok, dan 71 jarak antar titik. Rata-rata jumlah luas bidang tanah yang diukur berkisar $\pm 667 \text{ m}^2$.

4.2. Analisis

4.2.1. Standar Deviasi

Uji statistik ini bertujuan untuk mengetahui koreksi dari tiap-tiap pengukuran GPS dengan menggunakan *provider-provider* GSM, dimana data acuan yang digunakan adalah data dari pengukuran dengan menggunakan meteran dan *Totalstation*. Perhitungan tersebut dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$dE = X_{TS} - x_{GPS} \quad \text{dan} \quad dN = Y_{TS} - y_{GPS}$$

$$\sigma E = \sqrt{\frac{\sum (X_{TS} - x_{GPS})^2}{n}} \quad \sigma E = \sqrt{\frac{\sum (dE)^2}{n}}$$

$$\sigma N = \sqrt{\frac{\sum (Y_{TS} - y_{GPS})^2}{n}} \quad \sigma N = \sqrt{\frac{\sum (dN)^2}{n}}$$

$$\sigma HZ = \sqrt{\sigma E^2 + \sigma N^2}$$

Keterangan :

$(X_{TS} - Y_{TS})$ = Koordinat hasil pengukuran *total station*

$(x_{GPS} - y_{GPS})$ = Koordinat hasil pengukuran RTK-NTRIP

n = Jumlah data

$\sigma E, \sigma N, \sigma HZ$ = Nilai simpangan baku atau standar deviasi

$$dS_1 = \sqrt{(X_{TS} - X_{GPS})^2 + (Y_{TS} - Y_{GPS})^2}$$

$$\sigma dS = \sqrt{\frac{\sum (dS_1)^2}{n}}$$

Keterangan :

dS_1 = Besarnya pergeseran nilai jarak
 n = Jumlah data
 σdS = Nilai simpangan baku atau standar deviasi
 $dL_1 = ZdL_{TS} - ZdL_{GPS}$
 $\sigma dL = \sqrt{\frac{\sum (dL_1)^2}{n}}$

Keterangan :

ZdL_{TS} = Luas hasil pengukuran *total station*
 ZdL_{GPS} = Luas hasil pengukuran RTK-NTRIP
 dL_1 = Selisih Luas
 σdL = Nilai simpangan baku atau standar deviasi

4.2.1.1. Standar Deviasi di Daerah Stadion

- a. Rata-rata pergeseran linear nilai literal (jarak)
 1. Meteran terhadap *provider* XL sebesar 0,031 meter dengan standar deviasi (σdS) $\pm 0,0722$ meter.
 2. Meteran terhadap *provider* Telkomsel sebesar 0,026 meter dengan standar deviasi (σdS) $\pm 0,0558$ meter.
 3. Meteran terhadap *provider* Indosat sebesar 0,023 meter dengan standar deviasi (σdS) $\pm 0,0573$ meter.
- b. Rata-rata perubahan selisih luas
 1. Meteran terhadap *provider* XL sebesar 0,568 meter dengan standar deviasi (σdL) $\pm 0,99$ meter.
 2. Meteran terhadap *provider* Telkomsel sebesar 0,494 meter dengan standar deviasi (σdL) $\pm 0,859$ meter.
 3. Meteran terhadap *provider* Indosat sebesar 0,459 meter dengan standar deviasi (σdL) $\pm 0,781$ meter.

4.2.1.2. Standar deviasi di Daerah Mulawarman

- a. Totalstation terhadap *provider* Telkomsel
 Rata-rata pergeseran linear koordinat sebesar 0,062 meter dengan nilai standar deviasi (σHZ) sebesar $\pm 0,070$ meter, untuk rata-rata pergeseran linear nilai Lateral (jarak) sebesar 0,040 meter dengan nilai standar deviasi (σdS) sebesar $\pm 0,052$ meter,

sedangkan untuk rata-rata perbandingan luas sebesar 0,199 dan standar deviasi (σdL) $\pm 0,243$ meter.

b. Totalstation terhadap *provider* Indosat

Rata-rata pergeseran linear koordinat sebesar 0,059 meter dengan nilai standar deviasi (σHZ) sebesar $\pm 0,068$ meter, untuk rata-rata pergeseran linear nilai Lateral (jarak) sebesar 0,042 meter dengan nilai standar deviasi (σdL) sebesar $\pm 0,052$ meter, sedangkan untuk rata-rata perbandingan luas sebesar 0,207 dan standar deviasi (σdL) $\pm 0,256$ meter.

c. Totalstation terhadap *provider* XL

Rata-rata pergeseran linear koordinat sebesar 0,058 meter dengan nilai standar deviasi (σHZ) sebesar $\pm 0,067$ meter, untuk rata-rata pergeseran linear nilai Lateral (jarak) sebesar 0,039 meter dengan nilai standar deviasi (σdL) sebesar $\pm 0,047$ meter, sedangkan untuk rata-rata perbandingan luas sebesar 0,182 dan standar deviasi (σdL) $\pm 0,228$ meter.

4.2.2. Uji F (Distribusi Fisher)

Uji statistik ini digunakan untuk mengetahui adanya persamaan atau perbedaan pada pengaruh penggunaan *provider* dari hasil pengukuran yang didapat. Rumus yang digunakan pada uji ini yaitu :

Uji statistik yang digunakan untuk menentukan penolakan dari hipotesis nol

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{or} \quad F = \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad F = \frac{\text{larger sample variance}}{\text{smaller sample variance}}$$

Berdasarkan uji F ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengukuran bidang tanah dengan GNSS metode RTK-NTRIP akan menghasilkan data yang dapat diterima dengan selang kepercayaan 95%, baik itu menggunakan *provider* Telkomsel, *provider* Indosat, maupun *provider* XL.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari analisis penelitian dan uraian yang telah dikemukakan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Akurasi berdasarkan dari pengukuran bidang tanah GPS Metode RTK-NTRIP terhadap pengukuran meteran pada daerah Stadion dengan kekuatan sinyal 3G (3th Generation) adalah sebagai berikut, pada jarak yang diukur dengan *provider* Telkomsel sebesar $\pm 0,0558$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,859$ meter. Pada jarak yang diukur dengan *provider* Indosat sebesar $\pm 0,0573$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,781$ meter. Pada jarak yang diukur dengan *provider* sebesar $\pm 0,0722$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,99$ meter.
2. Akurasi berdasarkan dari pengukuran bidang tanah GPS Metode RTK-NTRIP terhadap pengukuran meteran pada daerah Mulawarman dengan kekuatan sinyal EDGE adalah

sebagai berikut, pada koordinat yang diukur dengan *provider* Telkomsel sebesar $\pm 0,070$ meter, jarak sebesar $\pm 0,052$ meter, dan luas sebesar $\pm 0,243$ meter. Pada koordinat yang diukur dengan *provider* Indosat sebesar $\pm 0,068$ meter, jarak sebesar $\pm 0,052$ meter dan luas sebesar $\pm 0,256$ meter. Pada koordinat yang diukur dengan *provider* XL sebesar $\pm 0,067$ meter, jarak sebesar $\pm 0,047$ meter, dan luas sebesar $\pm 0,228$ meter.

3. Melalui hasil uji statistik Uji $-F$ (*Fisher*) pada penelitian ini, Hipotesis nol dari semua hasil pengukuran GPS metode RTK-NTRIP dengan menggunakan *provider* Telkomsel, Indosat, dan XL ini dapat diterima dengan selang kepercayaan 95% kecuali jarak yang dibandingkan antara XL dengan Telkomsel pada daerah penelitian Stadion UNDIP (3G).

4. Saran

Dari penelitian, hasil dan analisis yang dilakukan, ada beberapa saran untuk tahap pengembangan selanjutnya, yaitu antara lain:

1. Menambah parameter kekuatan sinyal dari masing-masing provider untuk penelitian selanjutnya.
2. Menambah *epoch* pengamatan agar penelitian selanjutnya lebih teliti.
3. Perlu adanya kajian yang lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi solusi pengukuran (*fix and float*) menggunakan RTK-NTRIP.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, Ahmad. 2012. Analisis Ketelitian Planimetrik Pengukuran Metode Kinematik GNSS pada Kawasan dengan Obstruksi Tinggi. Tugas Akhir. Semarang: Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Nasrulloh, Flady. 2013. <http://perilian.blogspot.com/2013/07/pengertian-dan-macam-sinyal-gprs-edge.html>. Kediri. Indonesia
- (UNOOSA, 2011) 10 Years of Achievement of the United Nations on Global Navigation Satellite System, New York 2011.
- Wales, Jimmy and Larry Sanger. 2013. http://id.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications. Yayasan wikimedia. Amerika Serikat.
- Wijaja, Damar. 2010. Perangkat Pengukuran dan Pengawasan Kinerja Jaringan GSM. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma. Depok
- Yustia, W. S. 2008. Studi Pemanfaatan Sistem GPS CORS Dalam Rangka Pengukuran Bidang Tanah. Sripsi. Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Bandung